

Revista de
**Psicología
y
Educación**

Monográfico “Neurociencia y Educación”

Asociación de Psicología y Educación
Facultad de Educación-CFP
Universidad Complutense Madrid

Vol. 1, Núm. 3, Año 2008

Neuropsicología y Educación. De las neuronas espejo a la teoría de la mente.

Emilio García García

Departamento de Psicología Básica II. Procesos Cognitivos.
Facultad de Psicología. Universidad Complutense de Madrid.

Resumen: Las recientes investigaciones en Neurociencias y particularmente en Neuropsicología ofrecen aportaciones de gran interés para la educación. El cerebro es la conquista evolutiva que hace posibles los aprendizajes y enseñanza. Una conquista clave en el proceso de hominización fue la capacidad mentalista, que resulta esencial en los procesos de aprendizaje-enseñanza. El ser humano dispone de unas capacidades mentales que le permiten interpretar y predecir la conducta de los otros. Gracias a la Teoría de la Mente las personas nos comunicamos e interaccionamos, producimos y transmitimos la cultura. A su vez, las conquistas culturales, artefactos, símbolos e instituciones, constituyen el entorno natural para el desarrollo de cada persona. En este trabajo analizamos investigaciones sobre la Teoría de la Mente, así como algunas patologías caracterizadas por un déficit en tal capacidad mentalista, como ocurre en el autismo. Ponemos en relación estos estudios con el reciente descubrimiento de la Neuronas Espejo, que están revolucionando el campo de la Neuropsicología. Palabras Clave: Neuropsicología, Teoría de la Mente, Modularidad de la mente, Neuronas Espejo, Autismo.

Abstract: The recent researches in Neurosciences, and particularly in Neuropsychology, offers contributions of great interest for the education. The brain is the evolutionary conquest that makes the learning and teaching possible. The capacity to attribute mind to other people was a key conquest in the process of the evolution of the humanity and it results to be essential in the processes of learning - teaching. The human has mental capacities which allow to interpret and to predict the conduct of others. Because of the Theory of Mind, people can communicate and act with the others, produce and transmit the culture. At the same time, the cultural conquests, tools, symbols and institutions constitute the natural environment for the development of every person. In this report we analyze researches on the Theory of Mind, as well as some pathologies characterized by a deficit in this capacity, as in the autism. We connect these studies with the recent discovery of the Mirror Neurons, which have revolutionized the field of the Neuropsychology.

Key Words: Neuropsychology, Theory of Mind, Modularity of Mind, Mirror Neurons, Autism.

Desde la última década del siglo XX, los avances en las Neurociencias y particularmente en Neuropsicología han sido espectaculares. La investigación sobre cerebro-mente-comportamiento, los conocimientos disponibles sobre organización funcional del cerebro y los procesos mentales, están revolucionando la concepción que tenemos de nosotros mismos. Las aportaciones de las neurociencias resultan claves en determinados campos como la salud y también la educación.

Ya sabemos mucho de lo que ocurre en nuestro cerebro cuando aprendemos, pero son más limitados los conocimientos sobre neuropsicología de la enseñanza. La capacidad de aprender de los organismos es mucho más generalizada que la capacidad de enseñar. Mientras que todos los animales aprenden, muy pocos son los que enseñan. Enseñar es una de las capacidades más específicas y especiales de la especie humana. Gracias a la enseñanza de los diversos sistemas simbólicos (como el lenguaje, la escritura, los números, los mapas, la música, las leyes, las normas, etc.), nuestro cerebro puede incorporar en unos pocos años de la vida personal, miles de años de experiencia y conocimientos de la historia de la humanidad, posibilitando la educación y transmisión de la cultura (Gardner, 1997, 2000; Spitzer, 2002; Tomasello, 2003; CERI, 2007; Blakemore & Frith, 2007).

El cerebro humano ha evolucionado para educar y ser educado. Los aprendizajes y enseñanzas, la transmisión cultural y la educación son naturales en el hombre. El cerebro es la conquista evolutiva que hace posibles los diversos tipos de aprendizajes, desde la habituación y sensibilización hasta los procesos cognitivos más superiores, pasando por condicionamiento clásico, aprendizaje operante, imitación, lenguaje. Y también el cerebro es la estructura natural que pone límites a los aprendizajes, determinando lo que se puede aprender, en qué momentos y con qué rapidez. Explicar y comprender los procesos cerebrales que están en la base de los aprendizajes y memorias, emociones y sentimientos, podría transformar las estrategias pedagógicas, y generar programas adecuados a las características de las personas y sus necesidades especiales.

El cerebro humano es resultado de un largo pasado evolutivo de 500 millones de años. Más próximamente, hace unos 6 millones de años, en el continente africano tuvo lugar un acontecimiento evolutivo de gran trascendencia, una población de monos antropomorfos evolucionó y surgieron varias especies de *Australopithecus* o monos bípedos. Estas nuevas especies se extinguieron, salvo una que sobrevivió hasta hace unos 2 millones de años. Para entonces había cambiado tanto que no se considera especie de australopiteco, y fue preciso encasillarla en un nuevo género, que se denominó *Homo*. Este *Homo* tenía un cerebro más grande, fabricaba herramientas de piedra y empezó a explorar la tierra. Hace sólo unos 200.000 años, y también en África, un grupo del género *Homo* emprendió un camino evolutivo diferente, compitió exitosamente con otras poblaciones de *Homo*, y dejó descendientes hoy conocidos como *Homo sapiens*, nosotros, 6000 millones de humanos que poblamos la tierra (Arsuaga y Martínez, 1998; Mithen, 1998; Tomasello, 2003)

La nueva especie presentaba características físicas particulares, como un cerebro de mayor tamaño, pero lo más importante eran sus nuevas competencias y capacidades mentales, cognitivas y lingüísticas, así como los productos culturales que crearon. Comenzaron a fabricar gran cantidad y variedad de herramientas de piedra adaptadas a fines específicos. Este proceso de generación de artefactos llega, por ejemplo, hasta los computadores actuales. Comenzaron a

utilizar símbolos para comunicarse y organizar su vida social; símbolos lingüísticos, pero también artísticos, y con el tiempo han llegado a conquistas tales como la escritura, matemáticas, música, dinero. Comenzaron también a adoptar prácticas y organizaciones sociales, desde los ritos funerarios hasta la domesticación de animales. El resultado ha sido instituciones actuales de tipo religioso, político, educativo.

Como conquista filogenética, los *Homo sapiens* desarrollaron unos procesos cognitivos que les permitieron ponerse en el lugar mental del otro, aprendiendo no sólo del otro, sino a través del otro (Teoría de la Mente). Esta comprensión de que los otros son también seres intencionales, semejantes a uno, resulta crítica para los aprendizajes culturales humanos. Aprender el uso de una herramienta, un símbolo, o participar en una práctica social, exige comprender el significado intencional de tales usos, es decir, comprender la finalidad, las intenciones comunicativas de los usuarios.

La conquista de estas capacidades cognitivas posibilitó las diversas formas de aprendizaje cultural, la creación de herramientas y artefactos cada vez más innovadores y creativos, así como las tradiciones culturales. Los niños crecen en el seno de estos artefactos e instituciones sociales, históricamente constituidas, de modo que la ontogenia mental humana acontece en el entorno de artefactos, símbolos y prácticas sociales continuamente renovados, que representan la sabiduría colectiva del grupo social, y que le permite incorporar los conocimientos acumulados y las habilidades sociales del grupo (Vygotski, 1979; Wertsch, 1988). La capacidad cognitiva-social del niño, ya desde el primer año de vida, de identificarse con otras personas, de comprender que los demás son seres mentales, que tienen pensamientos, intenciones y sentimientos, será la llave que le abre a la participación e incorporación de los productos culturales.

La Teoría de la Mente resulta clave para comprender la comunicación interpersonal y la interacción social en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en las situaciones educativas. El ser humano dispone de unas capacidades mentales que le permiten interpretar y predecir la conducta de los demás. En las relaciones interpersonales continuamente interpretamos el comportamiento del otro, suponiendo que tiene estados mentales, como opiniones, creencias, deseos, intenciones, intereses, sentimientos. Cuando alguien hace algo pensamos que tal conducta se debe a determinados pensamientos, sentimientos o deseos que tiene en su cabeza. Los seres humanos tenemos una teoría de las mentes ajenas que nos permite naturalmente atribuir estados mentales a los demás y a nosotros mismos. Somos animales mentalistas. (Riviere, 1991, 1997; Whiten, 1991; Gómez, 2007; García García, 2001, 2007).

La mente, entendida como un sistema de conocimientos e inferencias, merece el calificativo de teoría, puesto que no es directamente observable y sirve para predecir y modificar el comportamiento. En cierta medida se puede comparar con los conceptos y teorías que los científicos emplean para explicar, predecir y modificar la realidad que estudian. Las teorías de los científicos tampoco son observables. Atribuir mente a otro es una actividad teórica, pues no podemos observar su mente, pero a partir de esa atribución interpretamos sus pensamientos y sentimientos y podemos actuar con él adecuadamente.

El cerebro dispone de redes neurales especializadas, que nos permiten crear ingeniosas hipótesis sobre cómo opera la mente de otras personas. A partir de estas hipótesis anticipamos y predecimos con acierto las conductas de los demás. Esta capacidad de mentalización con una base neuronal determinada, se considera de carácter modular, similar a la capacidad lingüística,

numérica o espacial. Carey y Gelman (1991), Dehaene (1998), Pinker (2002), Chomsky (2003), Spelke (2005), han caracterizado estas capacidades básicas como conocimientos nucleares, que subyacen a todo cuanto aprendemos a lo largo de la vida y nos identifican como miembros de una especie. Son universales cognitivos con los que venimos al mundo y se basan en módulos o sistemas neuronales, congénitamente dispuestos para formar representaciones mentales de los objetos, las personas, el lenguaje, las matemáticas y las relaciones espaciales.

La investigación reciente en determinadas patologías como autismo, síndrome de Asperger, trastorno de personalidad antisocial, ha respaldado la teoría de un módulo defectuoso responsable de la mentalización o empatía. Estudios con tecnologías de neuroimagen están mostrando las áreas cerebrales comprometidas con la teoría de las mentes de otros y la inteligencia social. Se constata que las tareas que conllevan suponer intenciones, creencias y deseos en otras personas, activan especialmente tres regiones claves de lo que podemos caracterizar como cerebro social: la corteza prefrontal medial, la circunvolución temporal superior y la amígdala. El autismo como ceguera de la mente, déficit en la capacidad de empatía, incapacidad congénita para atribuir mente a los demás, se explica como alteración en los módulos del cerebro social (Frith, 2004; Baron -Cohen, 1998, 2005).

La Teoría de la Mente o la capacidad mentalista es condición necesaria en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En la enseñanza tenemos un objetivo: cambiar la mente del otro, sus pensamientos, sentimientos y comportamientos; procuramos transmitir algo que consideramos valioso y de modo que el alumno lo pueda asimilar. Y para ello el profesor tiene que ponerse en la mente del alumno, inferir su nivel de conocimientos, sus preocupaciones e intereses, suponer lo que el alumno ya sabe, y lo que quizá desee saber. En la enseñanza ponemos en juego un conjunto de estrategias para lograr una comunicación eficaz: queremos llamar la atención del alumno en nuestro mensaje, porque lo consideramos importante; utilizamos variados recursos para hacerlo de forma interesante; sobre la marcha continuamente hacemos inferencias sobre si entienden e interesa; introducimos modificaciones en el curso de la acción para mejorarla; nos sentimos más o menos satisfechos con lo realizado. La capacidad para interpretar adecuadamente la mente del alumno y actuar en consecuencia resulta esencial en la tarea de profesor.

La mente humana tiene capacidades metacognitivas, de reflexión, de volver sobre sí misma y tomarse como objeto de conocimiento y mejora. Conocer sobre los procesos cognitivos, motivacionales, emocionales, sobre las propias capacidades y limitaciones, sobre los comportamientos y resultados, es conquista adaptativa de la mente humana. La metacognición se refiere al conocimiento y control de la cognición. Versa sobre el conocimiento de los procesos cognitivos en general, y particularmente el conocimiento que el sujeto tiene de su propio sistema mental, capacidades y limitaciones; y por otra parte, implica los efectos reguladores que este conocimiento puede ejercer en su actividad. Distinguimos en la metacognición una dimensión de conocimiento y otra de control. La dimensión de conocimiento hace referencia a tres aspectos: persona, tarea-estrategia, y contexto. La dimensión de control la caracterizamos como: planificación, supervisión y evaluación.

Las capacidades para reflexionar sobre nuestros propios procesos mentales tienen importantes implicaciones educativas. Si una persona conoce sus capacidades y lo que se necesita para efectuar una ejecución eficiente en una determinada situación, entonces puede dar los pasos para satisfacer de modo adecuado esas exigencias planteadas. Sin embargo, si no es consciente de sus propias limitaciones, o de la complejidad de la tarea, o de las características y

exigencias del contexto particular, difícilmente podemos esperar que adopte acciones preventivas a fin de anticipar problemas o resolverlos adecuadamente. La metacognición entendida como control se refiere a los procesos de autorregulación utilizados por una persona en situaciones de aprendizaje y resolución de problemas. La capacidad de establecer metas y medios razonables, de determinar si se está logrando un avance satisfactorio hacia los objetivos, y de modificar debidamente la propia acción cuando el progreso no es adecuado, es otra dimensión clave de la metacognición (García García, 1997, 2005). Comentamos seguidamente recientes descubrimientos neuropsicológicos sobre las Neuronas Espejo, poniéndolos en relación con las investigaciones sobre Teoría de la Mente.

Las neuronas espejo

En 1995, un equipo de neurobiólogos italianos, dirigidos por G. Rizzolatti, de la universidad de Parma, se encontró unos datos inesperados en el transcurso de la investigación. Habían entrenado a unos simios a agarrar objetos concretos, por ejemplo un palo. Con un microelectrodo implantado en el cerebro en la corteza premotora, registraban la actividad eléctrica de ciertas neuronas. En el córtex premotor es sabido que se planean e inician los movimientos. En determinada ocasión sucedió algo desconcertante, al activarse de pronto el aparato de registro sin que el mono realizase ninguna actividad. El efecto se pudo repetir a voluntad, comprobándose en numerosas neuronas vecinas el mismo comportamiento inesperado: se activaban sin que el mono moviera un solo dedo. Bastaba con que viera que otro realizaba tal acción. Los científicos italianos habían identificado un tipo de neuronas desconocidas hasta ese momento, las denominaron neuronas especulares. Estas neuronas no reaccionan ni al asir sin objetivo, ni a sólo el objeto que se ha de agarrar. Sólo cuando se ven juntas ambas cosas, la acción y su objetivo, se activan. Sucedió como si las células representaran el propósito ligado al movimiento.

Las neuronas espejo son un tipo particular de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción, pero también cuando él observa una acción similar realizada por otro individuo. Las neuronas espejo forman parte de un sistema de redes neuronales que posibilita la percepción-ejecución-intención. La simple observación de movimientos de la mano, pie o boca activa las mismas regiones específicas de la corteza motora, como si el observador estuviera realizando esos mismos movimientos. Pero el proceso va más allá de que el movimiento, al ser observado, genere un movimiento similar latente en el observador. El sistema integra en sus circuitos neuronales la atribución/percepción de las intenciones de los otros, la teoría de la mente (Blakemore & Decety, 2001; Gallese, Keysers & Rizzolatti, 2004; Rizzolatti, 2005; Rizzolatti & Sinigaglia, 2006).

Cuando una persona realiza acciones en contextos significativos, tales acciones van acompañadas de la captación de las propias intenciones que motivan a hacerlas. Se conforman sistemas neuronales que articulan la propia acción asociada a la intención o propósito que la activa. La intención queda vinculada a acciones específicas que le dan expresión, y cada acción evoca las intenciones asociadas. Formadas estas asambleas neuronales de acción-ejecución-intención en un sujeto, cuando ve a otro realizar una acción, se provoca en el cerebro del observador la acción equivalente, evocando a su vez la intención con ella asociada. El sujeto, así, puede atribuir a otro la intención que tendría tal acción si la realizase él mismo. Se entiende que la lectura que alguien hace de las intenciones del otro es, en gran medida, atribución desde las propias intenciones. Cuando veo a alguien realizando una acción automáticamente simulo

la acción en mi cerebro. Si yo entiendo la acción de otra persona es porque tengo en mi cerebro una copia para esa acción, basada en mis propias experiencias de tales movimientos. A la inversa, tu sabes cómo yo me siento porque literalmente tu sientes lo que yo estoy sintiendo.

La publicación de estos resultados desató en 1996 un entusiasmo desbordante, no exento de polémica entre los especialistas. Ramachandran llegó a profetizar que tal descubrimiento de neuronas especulares estaba llamado a desempeñar en psicología un papel semejante al que había tenido en biología la decodificación de la estructura del ADN. Por primera vez, se había encontrado una conexión directa entre percepción y acción, que permitía explicar muchos fenómenos en polémica, particularmente la empatía y la intersubjetividad. Las neuronas especulares posibilitan al hombre comprender las intenciones de otras personas. Le permite ponerse en lugar de otros, leer sus pensamientos, sentimientos y deseos, lo que resulta fundamental en la interacción social. La comprensión interpersonal se basa en que captamos las intenciones y motivos de los comportamientos de los demás. Para lograrlo los circuitos neuronales simulan subliminalmente las acciones que observamos, lo que nos permite identificarnos con los otros, de modo que actor y observador se hallan en estados neuronales muy semejantes. Somos criaturas sociales y nuestra supervivencia depende de entender las intenciones y emociones que traducen las conductas manifiestas de los demás. Las neuronas espejo permiten entender la mente de nuestros semejantes, y no a través de razonamiento conceptual, sino directamente, sintiendo y no pensando (Rizzolatti, Fogassi y Gallese, 2001).

Las neuronas espejo se han localizado en la región F5 del córtex premotor de los primates, área que corresponde al área de Broca en el cerebro humano. Tal descubrimiento plantea hipótesis muy interesantes sobre el origen del lenguaje. Los sistemas de neuronas espejo posibilitan el aprendizaje de gestos por imitación: sonreír, caminar, hablar, bailar, jugar al fútbol, etc., pero también sentir que nos caemos cuando vemos por el suelo a otra persona, la pena que sentimos cuando alguien llora, la alegría compartida. El intercambio complejo de ideas y prácticas que llamamos cultura; los trastornos psicopatológicos como síndromes de ecopraxias y ecolalias, déficit de lenguaje, autismo, pueden encontrar en las neuronas espejo claves de explicación.

Los sistemas de neuronas espejo, más sofisticados en humanos, están presentes en simios, y probablemente en otras especies, como elefantes, delfines, perros. En el ser humano se han identificado sistemas de neuronas espejo en la corteza motora primaria, principalmente el área de Broca, el área parietal inferior, la zona superior de la primera circunvolución temporal, el lóbulo de la ínsula, la zona anterior de la corteza del cuerpo calloso. Quizá no sólo unas determinadas áreas cerebrales privilegiadas disponen de neuronas espejo, sino que el mecanismo de neuronas espejo constituya un principio básico de funcionamiento cerebral.

Los Aprendizajes.

Las investigaciones con neuroimagen cerebral han constatado que la mera observación de las acciones de los demás activa en el observador las mismas áreas cerebrales, como si fuera él mismo quien ejecutara las acciones. Parece como si la mera percepción pusiera en marcha una imitación interior simulando la acción ajena. Se ha registrado la actividad cerebral de voluntarios mientras observaban imágenes grabadas en video, en las que aparecían movimientos de manos, boca, pies. Según la parte del cuerpo que se movía en pantalla, el cortex motor del observador presentaba actividad en unas áreas u otras. Las áreas más activas

eran las correspondientes a las partes de cuerpo que se visualizaban. Los observadores no experimentaban ningún movimiento, pero sus áreas cerebrales motoras estaban activas como cuando realmente se movían. La visión del movimiento de otra persona activa en el observador las mismas áreas cerebrales implicadas en tales movimientos, como si fueran propios.

Los descubrimientos se han aplicado en programas de rehabilitación de pacientes con lesiones cerebrales en las áreas motoras, por ictus cerebral. Las partes del cuerpo paralizadas pueden recuperar funciones mediante ejercicios de rehabilitación, ya que las áreas cerebrales próximas pueden asumir las funciones de las lesionadas. Ello exige a los pacientes intensa y continuada práctica de ejercicios. Cabría plantearse si la mera observación de los movimientos en otros individuos podría ayudar en la recuperación de los pacientes. Desde estos supuestos se han desarrollado programas de rehabilitación para pacientes con lesiones cerebrales.

Se mostraba durante seis minutos la grabación de una secuencia de movimientos: extensión del brazo, apertura de la mano, llevar una manzana a la boca, morderla, etc. Inmediatamente después el paciente intenta realizar lo que ha visto. Tras cuarenta sesiones, las capacidades motoras de los pacientes que habían participado en el estudio mejoraron mucho más que los pacientes control que no habían recibido videoterapia. En otro estudio con veintidós pacientes con trastornos motores como consecuencia de lesiones cerebrales, se constató que el efecto positivo de la rehabilitación motora era más rápido en los pacientes a quienes antes de cada sesión de ejercicios se les había presentado imágenes de movimientos correspondientes. La simulación mental facilita la recuperación de la capacidad motora.

Es muy interesante señalar que no es necesario que los movimientos observados sean realizados por un individuo de nuestra especie. Se han presentado grabaciones en video de movimientos bucales de una persona, de un mono y de un perro. Los movimientos eran de tipo ingesta, como comer algo, o bien de carácter comunicativo, por ejemplo la persona movía la boca como para hablar, el mono arrugaba el morro y el perro ladraba. Se comprobó que el sistema de las neuronas espejo funcionaba ante la visión de movimientos de mascado, los produjera el hombre o los animales. Pero los movimientos comunicativos con los labios sólo provocaban una resonancia neuronal en la misma especie que las ejecuta. Parece como si las neuronas espejo sólo reaccionaran ante las acciones que forman parte del propio repertorio motor. Así, el ladrido del perro no forma parte de este repertorio en los humanos, por lo que no produce estimulación.

En determinadas circunstancias, la activación de las neuronas espejo depende de lo familiarizados que estemos con las imágenes vistas. Por ejemplo, en el aprendizaje de un nuevo deporte, quien no haya jugado nunca al tenis o no haya practicado la natación, no es probable que pueda imitar en su mente los movimientos precisos. Por otra parte, el contexto en el que aparece la secuencia motora desempeña un papel clave, y justifica programas con sentido y no mera práctica ciega. Así, cuando las personas observaban acciones motoras descontextualizadas se activan menos neuronas que cuando aparecen los objetivos claros de la acción. La observación de acciones especializadas, por ejemplo, de bailarines profesionales, activan las neuronas espejo de forma muy diferente dependiendo de si quien lo observa es también un bailarín profesional, familiarizado con cada uno de los movimientos, o si por el contrario es una persona ajena al mundo de la danza. En este último caso, la comprensión de lo que hace el bailarín no es inmediata ni empática, está más intelectualizada y pertenece a un dominio más semántico.

Un estudio de IRMF ha demostrado que la visión de actos realizados por otras personas comporta una actividad cerebral distinta, según las competencias motoras específicas de los observadores. El grupo experimental incluía bailarines de danza clásica, maestros de capoeira, y personas sin especial práctica de baile. La proyección de videos con pasos de capoeira determinaba en los maestros de capoeira una activación de las neuronas espejo mayor que la registrada en los demás, fueran bailarines o principiantes. Y la observación de videos de danza clásica activaba el sistema de neuronas espejo de los bailarines en mayor grado que los maestros de capoeira o los principiantes. Más aún, en la capoeira algunos pasos son comunes a hombres y mujeres mientras otros son diferentes según sexo. La activación del sistema de neuronas espejo era mayor cuando los pasos observados eran ejecutados por individuos pertenecientes al mismo sexo del observador, lo que significa que no era la experiencia visual, sino la práctica motora la que modulaba la activación del sistema de neuronas espejo (Calvo-Merino *et al.* 2005)

En el hombre, a diferencia del mono, el sistema de neuronas espejo es capaz de codificar, tanto los actos motores intransitivos como los transitivos, además de tener en cuenta aspectos temporales de los actos observados. Por ello cabe suponer que el hombre, al disponer de un patrimonio motor más articulado que el mono, tiene más posibilidades de imitar y, sobre todo, de aprender mediante la imitación. Pero para pasar a la acción se requiere de mecanismos de control o sistema inhibitor, que bien permita reproducir la acción en la realidad, o bien mantenerla en un estado de simulación mental sin pasar a ser efectiva. El hecho de que pacientes con ecopraxia presenten lesiones en el lóbulo frontal lleva a pensar que es en esta zona donde se ubican los mecanismos de control inhibitor o desinhibidor, que permita pasar de la simulación mental a la acción motora efectiva (Binkofski y Buccino, 2007).

Las emociones

Cuando vemos a una persona sonriente, inmediatamente sintonizamos con su estado emocional y parece que nos contagiarnos de su alegría. Cuando vemos a otra persona en apuros, parece que inconscientemente simulamos tales apuros en nuestra mente, como si sintiéramos las sensaciones negativas de la otra persona y ello nos llevara actuar para aliviar su situación. Las investigaciones demuestran que respondemos a las emociones, alegría, tristeza, dolor, etc., de los demás con análogos patrones fisiológicos de activación, como si nos ocurriera a nosotros. Literalmente sentimos los estados emocionales de los demás como si fueran propios. Estudios con EEG, MEG, EMT, han comprobado que las personas activan las mismas estructuras neuronales cuando realizan acciones, o cuando las observan realizar a otros.

La alegría, la tristeza, el miedo, el asco, etc. son emociones susceptibles de ser compartidas por quien las observa. Nuestras relaciones con el entorno y con nuestros propios comportamientos emotivos dependen de nuestra capacidad para comprender las emociones ajenas. Esta resonancia emotiva ya aparece en los recién nacidos, capaces de distinguir entre rostros alegres y tristes, y a los tres meses ya sincronizan expresiones faciales o vocalizaciones con sus progenitores. Esta reacción de empatía tiene una base neuronal distinta de los procesos cognitivos más semánticos. Los niños, pocas horas después del nacimiento, imitan la mímica de los adultos. Si la madre le saca la lengua el recién nacido lo imita con notable éxito. De acuerdo con la teoría de la copia compartida, gracias a la imitación motora, los niños ejercitan no sólo sus propias posibilidades de expresión, sino que empiezan a captarse como sujetos agentes. Podríamos decir que el lactante vivencia la coincidencia de lo percibido con su

conducta propia, comenzando a apuntar la autoconciencia que se enraizaría profundamente en las reacciones motoras reflejas de imitación.

En un estudio, se presentó una serie de retratos de caras alegres y neutras, con la instrucción de que no hicieran ningún gesto al verlas. A primera impresión, parecía que los probandos no hacían ningún gesto. Pero tenían implantados unos sensores para registrar las tensiones de sus músculos faciales, y cada vez que aparecía un rostro alegre saltaba la alarma: los probandos habían sonreído si bien de forma imperceptible. La observación de las fotografías solo duraba unos 40 milisegundos, apenas el tiempo para una percepción consciente. Cabe plantearse por qué nos falla en estos casos el control voluntario. Cuando vemos una persona con gesto alegre, triste, airado, se nos trasmite a través de su mímica la sensación de entender lo que le está pasando, anticipamos lo que está sintiendo y lo que cabe esperar de él. Mientras que el reflejo especular de los sentimientos escapa a nuestro control voluntario, es más fácil suprimir la imitación de los movimientos. Si alguien se inclina para atarse los zapatos no reproducimos automáticamente sus movimientos. Ello sólo ocurre en determinados pacientes con deterioro cerebral grave que imitan los comportamientos de los demás, la ecopraxia. Esta patología no sólo representa un síntoma de enfermedad cerebral grave, sino también es una prueba de que reproducimos interiormente los movimientos que observamos, y que en condiciones normales evitamos su ejecución. Precisamente los mecanismos inhibidores no funcionarían en los afectados de tal patología.

Una de las emociones muy estudiada es la base neural del asco y del rechazo, cuya sede cerebral está situada en el lóbulo de la ínsula. La visión de expresiones faciales de asco ajeno provoca en el observador la activación de la región anterior de la ínsula, por lo que la activación de esta área cerebral es crítica, no sólo para desencadenar sensaciones y reacciones de asco, sino también para percibir un estado emotivo semejante en la cara de otras personas. Los daños en la ínsula provocan en los que lo padecen incapacidad de sentir asco, pero también de reconocer expresiones tanto visuales como sonoras de asco en los demás. De esto se deduce que la experimentación de asco y la percepción del asco en los demás tiene un sustrato neuronal común en la región anterior de la ínsula izquierda, y en la corteza cingular derecha.

La empatía emocional es todavía más evidente en el caso del dolor. La ínsula y la corteza cingular se activan, tanto si se experimenta el dolor como si se observa a otro que lo padece. En una investigación se estudiaron 16 mujeres, cuyas parejas habían recibido descargas eléctricas. Cuando las participantes creían por error que se estaba causando dolor a sus seres queridos, se activaban sus propias áreas de dolor, registradas mediante RMG. Se activaban la parte anterior de la ínsula y de la circunvolución del cuerpo calloso. La activación era tanto mayor cuanto más empatía había manifestado la mujer examinada en el cuestionario. En la empatía experimentada ante situaciones emotivas influyen factores de tipo cognitivo y social como la proximidad y familiaridad con la persona observada. De otra manera, la empatía no es únicamente una reacción instintiva innata, depende también de la educación y de la experiencia. En el estudio comentado, las mujeres examinadas no podían ver la cara de su pareja, ni las expresiones de dolor, ni oír sus lamentos. Sólo a través de pistas más indirectas podían inferir si su pareja había recibido las descargas. Se requería procesos cognitivos superiores de imaginación e inferencia. Así pues, el uso de la razón no necesariamente suponía una pérdida de la empatía, sino muy al contrario (Singer *et al.*, 2004; Singer & Kraft, 2005)

Desde una perspectiva evolucionista, parece que lo importante es no tanto la empatía ante el dolor ajeno, como el hecho de que la comprensión de lo que le ocurre al otro sea

fundamental para la supervivencia. La capacidad de simular lo observado tiene una especial relevancia para la comprensión e interacción social, creando un espacio de acción compartido, necesario para las conductas prosociales y las relaciones interindividuales. Como afirma Rizzolatti y Sinigaglia (2006), el mecanismo de las neuronas espejo encarna en el plano neural la modalidad del comprender desde una perspectiva pragmática, antes de la mediación conceptual y lingüística, posibilitando nuestra experiencia de los demás.

La teoría de la mente

¿Qué significa el sintagma “Teoría de la Mente”? ¿Tienen los niños una teoría de la mente? ¿Qué saben sobre su propia mente y la mente de los otros? ¿Cómo lo llegan a saber? ¿A qué edad? ¿Es un desarrollo gradual o discontinuo y con saltos cualitativos? A una determinada edad, los niños hablan sobre sus propios estados mentales, como pensamientos, creencias, deseos, intenciones, planes, sentimientos, emociones. Atribuyen o explican sus propios comportamientos a los estados mentales. Hacen comentarios sobre la mente de los demás, anticipan la conducta de los otros a partir de los estados mentales. En un determinado momento del desarrollo, los niños son psicólogos intuitivos, o mejor, dominan la psicología popular. La psicología popular, el *homo psychologicus* asume que las personas tienen mente. Y la mente es el conjunto de pensamientos, creencias, deseos, intenciones, emociones. Y el comportamiento de las personas se debe a lo que tienen en su mente.

Desde los primeros días de vida, el bebé sabe muchas cosas sobre el mundo, los objetos y sus propiedades, las personas, los acontecimientos y relaciones. El ser humano nace con pautas o disposiciones para procesar la información relevante del medio; tiene una mente física, una mente social y una mente lingüística, que le capacita para responder eficaz y adaptativamente a las exigencias en los respectivos dominios. En las publicaciones de Carey y Gelman (1991), Karmiloff-Smith (1994), Mehler & Dupoux (1994), Dehaene (1998), Pinker (2002), Spelke (2005), Karmiloff & Karmiloff-Smith (2005), Gómez (2007), se pueden encontrar descripciones detalladas de este tipo de estudios que replantean las preguntas filosóficas clásicas del empirismo, racionalismo y kantismo sobre las estructuras y el origen de nuestros conocimientos. Venimos al mundo equipados con unas estructuras y disposiciones cognitivas, que nos capacitan para elaborar modelos de mundo, representaciones adecuadas de la realidad.

Diversas investigaciones parecen confirmar que todos los niños, a edades similares, y en diferentes culturas, presentan unas capacidades o funciones mentales, como la función simbólica, el juego, el lenguaje y la capacidad mentalista. Parece que tales funciones presentan similar nivel de complejidad y se adquieren en la misma etapa evolutiva, son universales humanos y a la vez podríamos calificar de humanizadores. Desde ellos avanzará la persona en el conocimiento y control de sí mismo, de las interacciones sociales, de las conquistas y logros culturales.

¿Cómo investigar la mente infantil? ¿Cómo estudiar los conocimientos, deseos y sentimientos de los niños en el primer año de vida, cuando ni siquiera pueden hablarnos de sus estados mentales?. Los psicólogos del desarrollo han diseñado experimentos sorprendentes. Ciertamente los bebés no hablan a esa edad, pero al nacer chupan, miran, mueven la cabeza. Con estas respuestas se ha investigado lo que los bebés saben y quieren, empleando el paradigma denominado habituación / sensibilización. Si mostramos a un bebé el mismo objeto

varias veces hasta que se aburre y lo deja de mirar, indica que se ha habituado. Entonces le mostramos algo diferente y si observa durante algún tiempo el nuevo objeto es que se ha deshabituado o sensibilizado, lo que indica que de alguna manera lo diferencia y distingue de lo anterior. Así se han realizado numerosos estudios mostrando objetos o rostros de personas, sonidos, olores. Ahora podemos preguntarnos ¿qué les gusta mirar y qué les gusta escuchar a los bebés? ¿Qué pistas tenemos sobre el conocimiento de los niños sobre las personas y las cosas?

Desde el nacimiento los niños procesan de manera distinta la información procedente del entorno humano o del entorno físico. Al nacer los niños disponen de algún tipo de conocimiento estructural sobre los rostros humanos, a modo de predisposición innata. Los bebés diferencian y prefieren los estímulos sociales a los no sociales. Bebés de unos días pueden discriminar entre el rostro de su madre y el de un extraño. También un recién nacido distingue la voz de su madre de otros sonidos. Al bebé le sobresaltan ruidos repentinos y bruscos. Le tranquiliza la música rítmica. Pero a lo que más atiende es a las voces humanas. Puede dejar de llorar al escuchar la voz de su madre. Mueve las piernas con excitación cuando le habla.

En torno al año, los niños realizan interacciones comunicativas con clara intencionalidad. A esta edad, el niño puede resolver un problema: alcanzar un juguete que está fuera de su alcance valiéndose de un rastrillo, por ejemplo; pero también puede indicar a otra persona que le acerque el juguete. En el primer caso, realiza una acción inteligente utilizando un instrumento para conseguir un resultado; se trata de una inteligencia sensomotriz que con tanta finura y profundidad estudió Piaget y ya lo podía hacer el niño a edades anteriores, a los 8 meses. Pero al requerir a otras personas para que le solucionen un problema, el niño de un año realiza una acción inteligente distinta: sigue utilizando la estructura medios-fines para resolver un problema, pero las acciones que ahora realiza suponen un conocimiento, no como antes sobre objetos físicos y sus relaciones mecánico-causales, sino un conocimiento sobre las personas y cómo influir en ellas para conseguir algo. Utilizar un rastrillo o utilizar un gesto son cosas muy distintas. Los gestos suponen una comprensión práctica de cómo funcionan las personas en las interacciones sociales: indican en la mente del niño una competencia en psicología intuitiva para predecir y manipular el comportamiento de los demás; una teoría de la mente en el infante que todavía no habla.

La mirada o los gestos constituyen medios no lingüísticos de comunicación, que dirigen la atención del destinatario hacia un tema que interesa. Los bebés van consiguiendo, a través del contacto ocular primero, y de los gestos de señalar después, llamar la atención de otros. La coordinación del contacto ocular y del acto de señalar lleva a la comunicación ostensiva prelingüística. Podemos distinguir dos tipos de actos comunicativos prelingüísticos: los protoimperativos y protodeclarativos. Los protoimperativos implican servirse del gesto o la mirada para conseguir algo, dirigiendo la solicitud -no verbal- a otro. Algo así como "dame ese juguete", o "quiero ese juguete". Los protoimperativos se convierten en protodeclarativos, es decir, un acto comunicativo dirigido a otra persona para llamar su atención sobre algún aspecto de la realidad. Algo así como un mensaje prelingüístico con el contenido "mira qué juguete más bonito".

Hacia el año y medio, los niños desarrollan la capacidad simbólica y los juegos de ficción. Según la teoría piagetiana, la función simbólica es una capacidad cognitiva de dominio general que engloba el lenguaje, las imágenes mentales, la imitación, el juego y supone un

avance sobre la inteligencia sensomotriz, propia del primer año y medio de vida (Piaget, 1936, 1947, 1975). Sin embargo para otros autores, los juegos de ficción son la primera manifestación conductual de que el niño tiene una teoría de la mente. Tal teoría estaría codificada genéticamente y se desplegaría en un momento dado del desarrollo cerebral, de modo similar a lo que ocurre con el módulo lingüístico (Leslie & Roth, 1993; Karmiloff-Smith, 1994).

La teoría de la mente supone hacer uso de creencias, deseos, intenciones, sentimientos, etc., para dar cuenta del comportamiento de las personas. Se expresan mediante verbos de estados mentales como pensar, creer, recordar, sentir, desear, etc. Tal tipo de verbos muestra una actitud proposicional hacia un contenido proposicional. Una frase de contenido proposicional describe el mundo y puede ser correcta o incorrecta, verdadera o falsa. Pero una frase de actitud proposicional expresa un estado mental o postura de la persona en relación al mundo, sin comprometerse con la verdad o falsedad de los contenidos proposicionales a que hace referencia. Por ejemplo, "Sara lleva gafas" tiene un contenido proposicional, que supone una descripción verdadera o falsa respecto a la realidad. Pero "creo que Sara lleva gafas" implica una actitud proposicional (de creencia) hacia un contenido proposicional.

Los juegos de ficción implican una actitud proposicional, aunque todavía no esté presente el lenguaje. Cuando un niño juega con un palo entre las piernas como si montara a caballo, el niño tiene una representación correcta del palo y de sus propiedades y a la vez tiene una representación del caballo. Fingir o simular que un palo es un caballo implica distinguir entre actitud proposicional y contenido proposicional. Los juegos de ficción implican atribuir a uno mismo, a los compañeros de juego o a los objetos del entorno, propiedades y características que no se corresponden con la realidad. Un sofá puede ser un campo de batalla entre indios y soldados, que en realidad son trozos de plástico informe. En un juego los niños simulan ser padres o madres, médicos, profesores y despliegan los roles correspondientes, etc.

Entre el año y medio y los 5 años, justo en un proceso paralelo a la adquisición de la gramática, los niños comienzan a comprender su propia mente y las de los otros. Atribuyen a la mente pensamientos, deseos, sentimientos, etc., que son la causa de los comportamientos de las personas. Diferencian entre los pensamientos y representaciones en la mente y las cosas en el mundo: no es lo mismo comerse un pastel, que pensar o querer comerse un pastel. A partir de los actos y las palabras de los demás, los niños llegan a inferir los estados mentales de las otras personas, pensamientos, deseos, sentimientos.

En la investigación de la mente infantil se ha utilizado, y con gran éxito, el paradigma de la falsa creencia. En un estudio clásico de Wimmer y Perner, un niño contempla una situación en la que el experimentador y otro niño, Juan, están juntos en una habitación. El experimentador esconde un trozo de chocolate bajo una caja que se encuentra delante de Juan. Entonces Juan sale un momento de la habitación y, mientras está ausente, el experimentador cambia el chocolate a otro escondite. Se le pregunta al niño dónde está realmente el chocolate, y dónde lo buscará Juan cuando entre a la habitación. El niño tiene que distinguir entre lo que sabe que es cierto, o sea dónde está realmente ahora el chocolate, y lo que sabe del estado mental de Juan, de lo que piensa o cree Juan. Además tiene que inferir que el comportamiento de búsqueda del chocolate por parte de Juan, dependerá de las representaciones mentales de Juan y no de la realidad.

En otro experimento, también diseñado por Perner, se muestra al niño un envase de caramelos bien conocido y se le pregunta qué hay dentro. El niño responderá que caramelos. Luego se le hace ver que el envase, aunque normalmente tiene caramelos, ahora contiene un lápiz. Entonces se le pregunta qué responderá un compañero de clase, que todavía no ha visto lo que realmente contiene el envase, cuando se le pregunte lo que hay dentro. El niño puede responder acertadamente basándose en las creencia que tienen sus compañeros o erróneamente a partir del estado actual de los objetos.

A la edad de tres años los niños no resuelven correctamente el problema y responden en función de la situación real que ellos conocen. No comprenden que el protagonista se comportará según su creencia falsa. A los cuatro años, los niños ya no tienen dificultad para resolver la tarea. En el primer ejemplo el niño tiene un conocimiento verdadero de dónde está escondido realmente el chocolate, pero el otro niño, Juan, tiene una creencia falsa, Juan actuará en función de su creencia equivocada y buscará en la caja donde pensaba que estaba el chocolate, cuando realmente el niño sabe que no está ahí. Para responder correctamente a las preguntas de dónde buscará Juan, el niño debe saber que los demás tienen pensamientos y deseos, y que se comportan a partir de ellos, y que esos pensamientos pueden ser verdaderos o falsos, y que la gente se comporta según sus pensamientos y creencias y no conforme a la situación real de los hechos. Además, el niño es capaz de separar sus propias creencias de las creencias que tiene Juan, que está equivocado. Diferencia entre contenido proposicional "el chocolate está realmente en ..." de la actitud proposicional "Juan cree que el chocolate está en ..." (Perner, 1994; Karmiloff-Smith, 1994).

La teoría de la mente como sistema de conceptos e inferencias que atribuye creencias, deseos y sentimientos, como causa de los comportamientos humanos, no sólo es capaz de comprender el engaño, la mentira o la creencia equivocada, sino que también sirve para engañar y manipular o para comunicarse y cooperar con otros. La capacidad de engañar, de inducir creencias falsas en la mente de otros, para aprovecharse en beneficio propio de sus actos, es un buen indicador de la existencia de una teoría de la mente; incluso un indicador más adecuado que el darse cuenta del engaño.

La teoría de la mente, según hemos caracterizado, es nuclear en la inteligencia social, en la interacción con los demás. Pero cabe plantear la teoría de la mente en un marco más general de explicación, como es la modularidad de la mente. Es cuestión a debate si la mente constituye un sistema unitario con el que captamos, operamos y resolvemos cualquier tipo de problema, sea éste de carácter lógico-matemático, físico, lingüístico o social; o por el contrario la mente es un conjunto de procesos y sistemas especializados en resolver diferentes tipos de problemas, con estructura y competencia distinta según el campo sobre el que operan. Podemos distinguir dos grandes tipos de teorías de la mente. Unas concepciones, propias de la "posición heredada", consideran la mente como una estructura, sistema o mecanismo de carácter o propósito general, y por tanto independiente y a la vez competente en cualquier contenido concreto de aprendizaje. El segundo tipo de teorías de la mente, que se está mostrando más acorde con investigaciones procedentes de diversas ciencias cognitivas, plantea una concepción modular. La mente estaría constituida por un conjunto de módulos especializados, sistemas funcionales, memorias diversas, inteligencias múltiples. Cada módulo es específico y especializado en un tipo de proceso o actividad. Así serían diferentes los módulos o sistemas responsables de las percepciones de objetos, la orientación en el espacio, el lenguaje, la interacción con otras personas.

Una metáfora resulta muy ilustrativa al abordar este problema. La teoría tradicional de la mente como propósito general o arquitectura horizontal, considera la mente como una herramienta de utilidad general, que opera con cualquier tipo de información o problema, como la tradicional y multiuso "navaja de Albacete". Para la concepción modular, la mente es más bien como una "navaja suiza", compuesta por multitud de componentes y herramientas especializadas en tareas muy específicas – dominios específicos – como sacacorchos, tijeras, destornillador, cuchillo, tenedor, etc. La estructura modular de la "navaja suiza" es una buena analogía para ilustrar la organización modular de la mente, resultado de un largo proceso filogenético, en el que han aparecido sucesivas estructuras y mecanismos para enfrentarse a problemas distintos, para adaptarse, sobrevivir y dejar descendencia (García García, 2001).

Los seres humanos venimos al mundo equipados con estructuras cerebrales innatas, predisposiciones o pautas para procesar la información relevante del medio. A estas representaciones del mundo, Leslie (1994) las denomina representaciones primarias. Pero además los humanos tenemos representaciones secundarias, o conocimientos y creencias sobre nuestros propios conocimientos, intenciones, deseos, sentimientos, etc. Estas representaciones secundarias son metarrepresentaciones, que presentan unas características especiales: dejan en suspenso la cuestión de la verdad u objetividad a que hacen referencia las representaciones primarias. "La mesa es de madera" es una representación primaria e implica unas determinadas características de un objeto. "Marina piensa que la mesa es de madera" deja en suspenso o pone entre paréntesis la verdad de lo que se afirma sobre la mesa, para centrarse en la mente de Marina, en este caso lo que piensa o cree. Para Leslie el juego simbólico infantil es el primer signo del funcionamiento de este sistema, metarrepresentacional. Jugar a ser papá, médico o soldado es moverse en la metarrepresentación.

Esa capacidad cognitiva para metarrepresentar es propiedad de un sistema cerebral innato, el Módulo de Teoría de la Mente. Para Leslie (1997), el ser humano al nacer viene dotado con unas predisposiciones para procesar la información relevante para su supervivencia. A tales estructuras innatas las califica de "teorías" por cuanto son especies de formas a priori, empleando terminología kantiana, para representar y categorizar la realidad. Se darían dos tipos de teorías: Una teoría de objetos (TOB, abreviatura de *Theory of body*) y una teoría de la mente (TOM, *Theory of mind*). La teoría de los objetos proporciona los esquemas básicos para conocer el mundo de objetos físicos, sus propiedades y relaciones. La teoría de la mente posibilita la comprensión del otro y las relaciones interpersonales.

Baron-Cohen (1998) diferencia entre una psicología intuitiva y una física intuitiva. Gracias a la psicología intuitiva comprendemos y predecimos el comportamiento de las personas, y damos sentido a las interacciones sociales atribuyendo estados mentales. La psicología intuitiva atribuye causas (mentales) a las acciones de las personas, y está presente al menos desde los 8-9 meses, según muestran las acciones de comunicación compartida y atención intencional del bebé, que mira al adulto para llamar su atención sobre algo. La física intuitiva posibilita el conocimiento del mundo físico-natural, acontecimientos y relaciones.

Spelke (2005) formula una teoría modular según la cual los seres humanos nacen con unos saberes y unas capacidades cognitivas, que les permiten los aprendizajes y experiencias en los diferentes campos. Estos sistemas nucleares de conocimientos están congénitamente dispuestos en módulos neuronales, que permiten representaciones mentales de los objetos, las personas, las relaciones espaciales, las relaciones numéricas, además de la competencia lingüística en la tradición de Chomsky.

La mente humana es resultado de un proceso evolutivo de millones de años. Diferentes y sucesivas estructuras se van conformando en esa filogénesis. MacLean (1974) habló de un cerebro trino: un cerebro de reptil, de mamífero y córtex. Cada uno es conquista de una etapa evolutiva hacia mayores grados de autonomía y eficacia adaptativa. La capa más antigua, recoge nuestro pasado, cerebro reptiliano, en las estructuras de nuestro tronco encefálico, posibilitando los comportamientos básicos para mantener la vida. En una fase más avanzada, los mamíferos desarrollaron estructuras encargadas de las conductas de cuidado y protección de la prole, lucha- escape, búsqueda de placer y evitación de dolor, el sistema límbico. Posteriormente aparece el tercer nivel de estructuras, el neocórtex, que proporciona la base de los procesos superiores cognitivos y lingüísticos. Se podría añadir un cuarto cerebro, el cerebro ejecutivo, del que nos habla Goldberg (2002) o el cerebro ético de Gazzaniga (2006).

La mente como propiedad funcional de sistemas neuronales es un sistema muy complejo, que progresivamente ha acumulado nuevas estructuras, ha aparecido y evolucionado bajo las presiones selectivas, que los organismos han tenido que soportar en su proceso de supervivencia y adaptación. La mente estaría compuesta de múltiples módulos, cada uno diseñado por la selección natural, para hacer frente a un concreto problema de satisfacción de necesidades y supervivencia. Por tanto, es resultado de un largo proceso de millones de años, que acumulativamente ha integrado "órganos funcionales" adecuados para resolver los problemas del organismo en su medio (Barkow, Cosmides y Tooby, 1992; García García y Muñoz, 1998).

Las estructuras y mecanismos que se han conformado filogenéticamente parecen presentar un carácter específico o modular. Las exigencias para enfrentarse al medio físico o natural (mente física), son diferentes de las que se requieren para la cooperación y comunicación en el medio social (mente social). La caracterización de la modularidad no es uniforme: va desde planteamientos más fijamente innatistas, suponiendo módulos encapsulados y fijos, a modo fodoriano; a otras posiciones más constructivistas en las que el módulo está más abierto a influencias del entorno. Las aportaciones procedentes de distintas disciplinas han revisado el concepto de modularidad de Fodor (1983), con investigaciones desde la Neuropsicología y Neurolingüística (Damasio, 1996, 2000; Edelman & Tononi, 2002; Gazzaniga, 1993, 2006; Pinker, 1995, 2000, 2007), la Psicología evolucionista (Barkow, Cosmides & Tooby, 1992; Crawford & Krebs, 1997), la Psicología evolutiva (Gardner, 2001; Karmiloff-Smith, 1994), la Psicopatología (Baron-Cohen, 1998, Frith, 2004), la Paleontología (Mithen, 1998; Arsuaga, 1999).

Déficit de teoría de la mente. Autismo

Los "experimentos" que por desgracia la naturaleza nos proporciona con los niños autistas han proporcionado claves muy reveladoras sobre el desarrollo, la organización y la funcionalidad de la teoría de la mente. La investigación sobre el autismo también ha reforzado la teoría modular de la capacidad mentalista, y a su vez la teoría de la mente ha proporcionado claves para comprender este grave trastorno psicopatológico.

El autismo es un trastorno muy poco frecuente: entre 3-4 de cada 10.000 niños, si lo comparamos con el retraso mental que afecta a 3-4 de cada mil. Sorprendentemente se diagnostica como autistas a más niños que niñas, en una proporción de cuatro a uno. Leo Kanner y Hans Asperger describieron, de forma independiente, el síndrome a comienzos de la

década de 1940. Como característica más significativa señalaron la falta de contacto normal con las personas, el ensimismamiento y soledad emocional; de ahí el término de autismo, centrado en sí mismo, y un sí mismo muy especial.

Los síntomas determinantes del diagnóstico de autismo son de cuatro tipos: a) anormalidad en las relaciones con otras personas, que les lleva a la soledad incluso cuando están rodeados de personas. b) deficiencia en el desarrollo del lenguaje y, más aún en la capacidad para comunicarse. c) ausencia de juegos de ficción espontáneos. d) obsesión en movimientos, rutinas o intereses estereotipados. Estos síntomas no se pueden manifestar en el primer año de vida del niño, de ahí que en ese período el autismo pase desapercibido. Algunos bebés que parecen normales a esa edad se diagnostican después como autistas (Frith, 2004; Baron-Cohen & Bolton, 1998).

Hay un acuerdo generalizado entre los investigadores en suponer un daño cerebral como causa del autismo. Tal lesión o deficiencia cerebral puede deberse a factores genéticos, pero también a complicaciones en el embarazo y parto, a infecciones víricas o a otro tipo de causas todavía no conocidas. Ese conjunto de factores causales ocasionan un daño cerebral en sistemas neurales, que son los encargados de desarrollar la comunicación e interacción social, el juego, el lenguaje. El hecho de que el autismo vaya asociado en numerosos casos con deficiencia mental, se explicaría porque la lesión cerebral afectaría también a los sistemas neurales implicados en el desarrollo intelectual. Pero en ocasiones la capacidad intelectual queda preservada en algunos autistas, como hay muchos deficientes mentales que no son autistas. Esta doble disociación hace suponer la existencia de sistemas neurales diferenciados en uno y otro síndrome. Tal es la teoría más aceptada en la actualidad.

Podemos preguntarnos cómo sería un niño si no descubriera la mente, la propia y las demás; o cómo se comportarían los seres humanos si no dispusieran de una teoría de la mente, que nos permite comunicarnos e interactuar con los demás. La teoría de la mente nos posibilita entendernos y colaborar, también competir y engañar; expresar y hablar de nuestros estados mentales, pensamientos, deseos y sentimientos; atribuir a los demás estados mentales para anticipar, entender y responder adecuadamente a sus comportamientos y demandas; interactuar eficazmente, compartir experiencias, hablar sobre nosotros mismos y sobre el mundo. Sin una teoría de la mente el comportamiento de los otros resultaría caótico, sin orden ni concierto, imprevisible, sin sentido.

Sin una teoría de la mente, las personas nos aparecerían extremadamente ingenuas, sin malicia, pero, a la vez, "egoístas involuntarios". Serían incapaces de colaboración y altruismo pero también de engañar estratégicamente y de captar los engaños y simulaciones. Sin una teoría de la mente sus serias deficiencias sociales y comunicativas proclamarían, con más elocuencia que cientos de experimentos, la enorme importancia y el valor social de la competencia ausente. La teoría de la mente funciona de una forma tan eficaz y fácil y ubicua en las interacciones humanas, que tiende a pasar desapercibida. Su funcionamiento normalmente se sitúa por debajo del umbral de la conciencia. Pero está ahí, funcionando sin que nos demos cuenta, y si su ausencia renovarían estruendosamente. La percibiríamos con más facilidad en las personas no-mentalistas de lo que sentimos su armoniosa presencia en los mentalistas normales. Precisamente eso es lo que pasa ante los niños autistas (Rivière y Núñez, 1997).

Disponer de una psicología intuitiva, una Teoría de la Mente, está en la base del reconocimiento personal, la comunicación, las relaciones interpersonales, el juego y el

lenguaje. Los investigadores, entonces, se han preguntado si los niños autistas desarrollan una teoría de la mente o, de otra manera, si el autismo pueda deberse a una incapacidad para desarrollar una teoría de la mente. Baron-Cohen, Leslie y Frith (1985) titularon una investigación ya clásica del modo siguiente: ¿tiene el niño autista una teoría de la mente?, recordando el trabajo de Premack y Woodruff con primates. Para responder a esta pregunta diseñaron el siguiente experimento. Se pedía a los niños que ordenaran cuatro dibujos en una secuencia y contaran la historia que se reflejaba. Había tres tipos de secuencias. El primero, las historias mecánicas: describían interacciones físicas entre objetos y personas; por ejemplo, un hombre da una patada a una piedra, ésta rueda montaña abajo y cae en el agua. El segundo tipo reflejaba interacciones conductuales entre las personas; por ejemplo, una niña quita un helado a un niño y se lo come. El tercer tipo de historias se describe mejor en un nivel mental; por ejemplo, una niña deja su muñeca en el suelo, detrás de ella, mientras corta una flor, alguien aparece y se la lleva; la niña se vuelve y se sorprende al ver que no está su muñeca.

Se comparó la capacidad de niños y jóvenes autistas de 6 a 17 años para hacer esta tarea con la de niños deficientes mentales con síndrome de Down, y niños normales de 4 años. La edad mental verbal y no verbal media de los niños autistas era superior a la de los otros dos grupos. A pesar de esta ventaja, los niños autistas rindieron peor que los otros dos grupos en las historias mentalistas, aunque lo hicieron mejor en la historia mecánica y de conducta. Por ejemplo, en las historias mentalistas, los autistas no atribuían el estado mental de sorpresa al personaje, para dar sentido a la secuencia.

Compararon las respuestas de autistas con niños normales de 4 años y con deficientes mentales. Constataron que la mayoría de niños de 4 años y los síndromes de Down podían predecir correctamente que una persona que no veía cómo alguien que había trasladado un objeto a un sitio distinto, lo buscaba en el lugar original, aunque realmente se encontraba en otra parte. Sin embargo, los niños autistas no atribuían creencia falsa o equivocada para explicar el comportamiento de búsqueda.

Este y otros estudios demostraron que los autistas no desarrollan una teoría de la mente como los normales, o incluso otro tipo de personas con deficiencia mental como el síndrome de Down. Ello explicaría sus dificultades para la comunicación, e interacción social. Si los autistas no atribuyen mente a otras personas, no es sorprendente que las traten como objetos y que vivan aislados socialmente. Si no atribuyen creencias, intenciones, sentimientos a otras personas, la comunicación no es posible. Si no atribuyen creencias a los otros tampoco pueden intentar cambiarlas, engañarles, mentirles. Si no son conscientes de sus propios estados mentales, no pueden diferenciar entre apariencia y realidad, entre pensamiento y realidad, cuando han descubierto que lo que tiene apariencia de un huevo es realmente una piedra, dicen que parece un huevo y realmente es un huevo o que parece una piedra y es realmente una piedra.

Las diferencias entre los niños autistas y otros niños también se han estudiado en contextos naturales, y se han registrado resultados similares. El autismo no es un retraso en el desarrollo, sino que presenta aspectos específicos y únicos. La falta de conciencia de sus propios estados mentales y la incapacidad para atribuir mente a los demás es el dato diferencial. Los niños autistas pueden realizar bien, y hasta mejor que otros niños, determinadas tareas que no requieren la atribución de estados mentales, y fracasan estrepitosamente en este tipo de situaciones o problemas.

Los niños autistas, ya en los primeros meses de vida, parece que no muestran preferencia a la información y estimulación procedente de las personas, como ocurre en niños normales. Ni estimulaciones visuales como los rostros, ni auditivas como las voces, les llaman la atención más que otros objetos o sonidos. No es que tengan problemas de percepción y reconocimiento, sino que no muestran preferencias. Les merece la misma atención que otros objetos físicos. En la etapa prelingüística, los niños autistas no responden ni usan actos comunicativos con función protodeclarativa para influir en estados mentales de otros, como llamar la atención, comunicar algo sobre algo. Sólo señalan y gesticulan con función protoimperativa con el fin de conseguir algo.

Los niños autistas no son insensibles. Lloran, ríen, aunque algunas expresiones faciales son atípicas y no fáciles de interpretar. También reconocen las expresiones emocionales de otros, pero en tareas experimentales, por ejemplo, no pueden emparejar un rostro sonriente con una voz feliz, un gesto de alegría y una situación agradable. Parece que no llegan a captar el significado de las emociones y no muestran empatía emocional con otras personas (Astington, 1998; Harris, 1992; Frith, 2004). Para algunos autores, esta deficiencia emocional es previa y determinante de las limitaciones cognitivas propias del autismo. La incapacidad para percibir las emociones de los otros y sintonizar con ellos en contextos pragmáticos, estaría presente ya desde el nacimiento y sería la limitación básica. Se plantea así la cuestión de si las deficiencias más básicas en el autismo son de carácter más emocional o más cognitivo.

Las neuronas espejo proporcionan claves muy interesantes para responder a estas preguntas. Si el sistema de neuronas espejo está relacionado con la capacidad de empatía y comunicación interpersonal, las personas que tienen problemas en estos ámbitos deberían presentar las alteraciones neurológicas correspondientes. Tal podría ser el caso de la esquizofrenia, alexitimia, autismo. En 2005, Theoret, de la Universidad de Montreal presentó a adultos autistas una película de video de 10 segundos, en la que aparecían movimientos del pulgar. Comparó con la misma presentación a sujetos normales. Mientras la corteza motora de las personas sanas se disparó, la de los autistas permaneció muda. Mirilla Dapretto investigó la forma en que los adolescentes autistas reconocen la expresión facial de sus interlocutores. Los jóvenes examinaban 80 rostros, alegres y tristes, temerosos, irritados y neutros. A diferencia del grupo control, los autistas no manifestaban actividad en su corteza premotora. Pero las áreas de la corteza visual derecha y el lóbulo parietal anterior izquierdo mostraban intensa actividad. A la hora de imitar los semblantes, los resultados de ambos grupos no mostraron diferencias. Una posible explicación es que mientras las personas no autistas imitan y sienten las emociones observadas a través de su sistema especular, los autistas tienen que elaborar estrategias conscientes. Cuando una persona normal ve a alguien con una expresión facial triste, su cerebro simula la actividad neural que les lleva a ellos a poner una cara triste. Las motoneuronas se comunican con los centros emocionales y enseguida se percibe la tristeza. Las personas con autismo no logran vivenciar el significado emocional de la mímica reproducida a través de su estrategia alternativa.

Ramachandran formula una teoría que incorpora aspectos de déficit en la teoría de la mente con las neuronas espejo, es la teoría de "paisaje resaltado", o distorsión del mapa topográfico mental. Las personas afectadas de autismo muestran alteraciones en la actividad de sus neuronas espejo, en el giro frontal inferior, corteza premotora, corteza cingulada anterior, lóbulo de la ínsula. Tales alteraciones podrían explicar la incapacidad para captar las intenciones ajenas y vivenciar la empatía. Continuamente recibimos una avalancha de informaciones sensoriales del medio que son procesadas por las áreas sensoriales

correspondientes, y se transmiten a la amígdala que actúa como puerta de entrada al sistema límbico, regulador de las emociones. Según los conocimientos almacenados por el individuo, la amígdala determina la respuesta emocional de miedo, alegría, placer, etc. Los mensajes del sistema límbico llegan al sistema nervioso que prepara el cuerpo para la acción. La distorsión y alteraciones en este mapa mental de conexiones neuronales entre sistemas sensoriales, sistema límbico y lóbulo frontal sería la causa del autismo (Oberman *et al.*, 2005; Gaschler, 2007; Ramachandran y Oberman, 2007).

Los descubrimientos de deficiencias en las neuronas espejo de las personas con autismo ofrece nuevos caminos para la explicación, diagnóstico y tratamiento de este trastorno. A su vez, las investigaciones en neuronas espejo aporta valiosos descubrimientos y apasionantes preguntas sobre la mente humana y sus capacidades. La investigación sobre el autismo va más allá de la mera comprensión de un síndrome psicopatológico. La persona con autismo plantea preguntas clave sobre la propia identidad, las relaciones interpersonales, la empatía, el lenguaje, la conciencia, el conocimiento de la realidad físico-natural, socio-cultural y el sí mismo personal.

Referencias

- Arsuaga, J.L. y Martínez, I. (1998). *La especie elegida*. Madrid: Temas de Hoy.
- Astington, J.W. (1998). *El descubrimiento infantil de la mente*. Madrid: Morata.
- Barkiw, J. Cosmides, L. & Tooby, J. (1992). *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the generation of culture*. New York: Oxford Univ. Press.
- Baron-Cohen, S. (1998). ¿Son los niños autistas mejores físicos que psicólogos? *Infancia y Aprendizaje*, 84, 33-43.
- Baron-Cohen, S. (2005). *La gran diferencia: cómo son realmente los cerebros de hombres y mujeres*. Barcelona: Amat Editorial.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. y Frith, U. (1985). Does the autistic child have a 'Theory of Mind'? *Cognition*, 21, 37-46.
- Baron-Cohen, S., y Bolton, P. (1998). *Autismo*. Madrid: Alianza.
- Binkofski, F. y Buccino, G. (2007). Imitación rehabilitadora. *Mente y Cerebro*, 23, 32-35.
- Blakemore, S. y Decety, J. (2001). From the perception of action to the understanding of intention. *Nature Reviews. Neuroscienc*, 2, 561-568.
- Blakemore, S. y Frith, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro*. Barcelona: Ariel.
- Calvo-Merino, B. *et al.* (2005). Action observation and acquired motor skills: and fMRI study with expert dancers. *Cerebral Cortex*, 15, 1243-1249.
- Carey, S. & Gelman, R. (1991). *Epigenesis of the mind. Essays in Psychology and Knowledge*. London: Erlbaum.
- CERI (2007). *Understanding the brain: the birth of a learning science*. Paris: OCDE.
- Chomsky, N. (2003). *On nature and language*, Cambridge: University Press [Trad. esp. Sobre la naturaleza y el lenguaje. Madrid: Cambridge University Press, 2003].
- Crawford, Ch. & Krebs, D. (1997). *Handbook of Evolutionary Psychology: Ideas, Issues and Applications*. London: LEA.
- Damasio, A. (1996). *El error de Descartes*. Madrid: Drakontos.

- Damasio, A. (2000). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. New York: Harcourt Brace.
- Dehaene, S. (1998). *The number sense. How the mind creates mathematics*. London: Penguin.
- Edelman, G. y Tononi, G. (2002). *El universo de la conciencia*. Barcelona: Crítica.
- Fodor, J. (1983). *La modularidad de la mente*. Madrid: Morata.
- Frith, U. (2004). *Autismo. Hacia una explicación del enigma*. Madrid: Alianza.
- Gallese, V., Keysers C, & Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*. 8, 396-403.
- García García, E. (1997). Inteligencia y Metaconducta. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 50, 297-312.
- García García, E. (2001). *Mente y cerebro*. Madrid: Síntesis.
- García García, E. (2005). Teoría de la mente y desarrollo de las inteligencias. *Educación Desarrollo y Diversidad*. Vol. 8, 1, 5-54.
- García García, E. et al. (2007). *Nuevas perspectivas científicas y filosóficas sobre el ser humano*. Madrid: Universidad Comillas.
- García García, E. y Muñoz, J. (1999). *Teoría evolucionista del conocimiento*. Madrid: Editorial Complutense.
- Gardner, H. (1997). *La mente no escolarizada*. Barcelona: Paidós.
- Gardner, H. (2000). *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*. Barcelona: Paidós.
- Gardner, H. (2001). *La inteligencia reformulada*. Barcelona: Paidós.
- Gaschler, K. (2007). El descubrimiento del otro. *Mente y Cerebro*, 23, 24-31.
- Gazzaniga, M. (1993). *El cerebro social*. Madrid: Alianza.
- Gazzaniga, M. (2006). *El cerebro ético*. Barcelona: Paidós.
- Goldberg, E. (2002). *El cerebro ejecutivo*. Madrid: Crítica.
- Gómez, J.C. (2007). *El desarrollo de la mente en los simios, los monos y los niños*. Madrid: Morata.
- Harris, P. (1992). *Los niños y las emociones*. Madrid: Alianza.
- Karmiloff, K. y Karmiloff-Smith, A. (2005). *Hacia el lenguaje*. Madrid: Morata.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- Leslie, A. (1994). Tomm, Toby and agency: Core architecture and domain specificity. En L. Hirschfeld y S. Gelman: *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Leslie, A. (1997). The origins of Theory of Mind. *Psychological Review*. 94, 84-106.
- Leslie, A., & Roth, D. (1993). What autism teaches us about metarepresentation. En S. Baron-Cohen et al.: *Understanding other minds: perspectives from autism*. Oxford: Oxford Univ. Press.
- Macleod, P.D. (1974). *A triune concept of the brain and behavior*. Toronto: Univ. Press.
- Mehler, J. y Dupoux, E. (1994). *Nacer sabiendo*. Madrid: Alianza.
- Miethen, S. (1998). *Arqueología de la mente*. Barcelona: Crítica-Drakontos.
- Oberman, L. et al. (2005). EEG Evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cognitive Brain Research*, 24, 190-98.
- Perner, J. (1994). *Comprender la mente representacional*. Barcelona: Paidós.
- Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J. (1947). *La psychologie de l'intelligence*. Paris: Colin.
- Piaget, J. (1975). *Adaptation vitale et psychologie de l'intelligence*. Paris : Hermann.
- Pinker, S. (1995). *El instinto del lenguaje*. Madrid: Alianza.
- Pinker, S. (2000). *Como trabaja la mente*. Barcelona: Destino.
- Pinker, S. (2002). *The blank Slate*. New York: Viking.

- Pinker, S. (2007). *El mundo de las palabras*. Barcelona: Paidós.
- Ramachandran, V. y Oberman, L. (2007). Espejos rotos. *Investigación y Ciencia*. Enero, 23-29
- Rizzolatti, G. (2005). The mirror neuron system and imitation. En S. Hurley y N. Chatter (Comps). *Perspectives on Imitation: From Neuroscience to Social Science*. Cambridge MA: MIT Press
- Rizzolatti, G., Fogassi, L. & Gallese, V. (2001). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews Neuroscience*. 2, 661-670.
- Rizzolatti, G. & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169-192.
- Rizzolatti, G. y Sinigaglia, C. (2006). *Las neuronas espejo*. Barcelona: Paidós
- Rivière, A. (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza.
- Rivière, A. y Núñez, M. (1997). *La mirada mental*. Buenos Aires: Aique.
- Singer, T. *et al.* (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303, 1157-1162.
- Singer, T. y Kraft, U. (2005). Empatía. *Mente y Cerebro*, 11, 60-65.
- Spelke, E. *et al.* (2005). Number sense in human infants. *Developmental Science*, 8, 88-102
- Spitzer, M. (2005). *Aprendizaje. Neurociencia y la escuela de la vida*. Barcelona: Omega,
- Tomasello, M. (2003). *The cultural origins of human cognition*. Cambridge, Mass: Harvard Univ. Press.
- Vygotski, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica
- Wertsch, J.W. (1988). *Vygotski y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós
- Whiten, A. (1991). *Natural Theories of Mind*. Oxford: Blackwell.